

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2018/19, 2.^a Edição



TII

**VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS
NOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS
DA FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

Luís Tiago Barroso Pereira Canilho

CAP/ENGEL



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO
TRIPULADAS NOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS
SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS DA FORÇA AÉREA

CAP/ENGEL Luís Tiago Barroso Pereira Canilho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2018/19, 2.^a Edição

Pedrouços 2019



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO
TRIPULADAS NOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS
SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS DA FORÇA AÉREA**

CAP/ENGEL Luís Tiago Barroso Pereira Canilho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2018/19, 2.^a Edição

Orientador: TCOR/ENGEL João Manuel Moreira Simões

Pedrouços 2019



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Luís Tiago Barroso Pereira Canilho** declaro por minha honra que o documento intitulado **Viabilidade do Emprego de Aeronaves Não Tripuladas nos Processos De Calibração dos Sistemas de Rádio Ajudas da Força Aérea** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior 2019** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **15 de julho de 2019**

Luís Tiago Barroso Pereira Canilho



Agradecimentos

A realização deste trabalho de investigação só foi possível com a colaboração e compreensão de diversas pessoas, que merecem um agradecimento especial.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, o TCOR/ENGEL João Simões, o último “Marechal do Ar”, por todo o esforço de orientação que teve neste trabalho.

Agradeço também aos vários entrevistados quer da fase exploratória quer da fase analítica, nomeadamente: BGEN/ENGEL José Morgado, TCOR/ENGEL Horácio Santos, TCOR/ENGAER Teresa Cabral, TCOR/TOCART Vítor Marques, CAP/ENGEL Pedro Rodrigues, David Kocher e Klaus Theissen. Pelas suas palavras e pelo seu tempo. Sem eles este trabalho não se realizaria.

Aos meus camaradas do CPOS-FA 2018/19, 2.^a Edição, pelo apoio mútuo.

Aos meus pais e à minha irmã, fontes de exemplo e inspiração.

Finalmente, não posso deixar de agradecer, à minha mulher e ao meu filho. À Xana, com a certeza que as palavras nunca serão suficientes para reconhecer todo o apoio e a compreensão. Ao Kiko, de cuja companhia me vi privado na sua plenitude.



Índice

Introdução	1
1. Enquadramento Teórico e Conceptual.....	3
1.1. Quadro conceptual e regulamentar	3
1.1.1. Conceito RPAS.....	3
1.1.2. Quadro regulamentar europeu	5
1.1.3. Quadro regulamentar nacional	6
1.2. O processo VCAN na FA	8
1.3. Estudo de Caso: A utilização de UAV na VCAN	9
1.4. Modelo de Análise	11
2. Viabilidade de UAV para calibração de AN na FA.....	12
2.1. Dimensão Logístico-Administrativa.....	12
2.2. Dimensão Financeira	12
2.3. Dimensão Regulamentar	15
2.4. Interpretação dos resultados	18
Conclusões	21
Referências Bibliográficas.....	25

Índice de Apêndices

Apêndice A — Mapa de conceitos e definições.....	Apd.A-1
Apêndice B — Mapa conceptual	Apd.B-1
Apêndice C — Guião de Entrevista vs. Entrevistados.....	Apd.C-1
Apêndice D — Respostas às entrevistas da fase analítica.....	Apd.D-1
Apêndice E — Lista de ajudas à navegação militares e localização geográfica...	Apd.E-1
Apêndice F — Quadro síntese VCAN.....	Apd.F-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Entidades reguladoras da aviação civil.....	3
Figura 2 - Ligação componentes RPAS	4
Figura 3 - Categorias EASA.....	6
Figura 4 - Resumo Regulamento N.º 1093/2016 ANAC	7



Figura 5 - Resumo Diretiva N.º 1/AAN/2018	8
Figura 6 - Componentes da solução <i>Skyguide</i>	11
Figura 7 - Total n.º HV de calibração e custo por AN (Anual)	13
Figura 8 - Processo de Avaliação	16
Figura 9 - Quadro Resumo Circular N.º 1/3	18

Índice de Quadros

Quadro 1 - N.º de HV e custos anuais VCAN DCSI	9
Quadro 2 - Projeção de custos UAS	14
Quadro 3 - Estimativa de planeamento de destacamentos VCAN	14
Quadro 4 - Projeção HV UAS.	15
Quadro 5 - Comparação estimativa de custos	15



Resumo

É uma das missões atribuídas à Força Aérea a salvaguarda da navegação aérea. Neste contexto, recai sobre a Direção de Comunicações e Sistemas de Informação a tarefa de garantir a fiabilidade, adequabilidade e qualidade dos sistemas de rádio ajudas à navegação aérea, procedendo para esse efeito à contratação do serviço de inspeções em voo.

O presente trabalho tem por objeto de estudo analisar a viabilidade do emprego de aeronaves não tripuladas nos processos de certificação dos sistemas de rádio ajudas à navegação da Força Aérea. Tem como objetivo identificar ganhos financeiros e analisar o quadro regulamentar aplicável à utilização à operação de aeronaves não tripuladas no contexto da certificação de ajudas à navegação aérea, num prazo de cinco anos, seguindo um raciocínio indutivo, uma estratégia de pesquisa mista e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso.

A utilização de aeronaves não tripuladas em apoio ao processo certificação de ajudas à navegação aérea traduz-se numa redução de 16% no número de horas de voo contratadas. No entanto o elevado investimento inicial não se traduz em vantagens financeiras a curto prazo. Concluiu-se também que a regulamentação existente impede a utilização de aeronaves não tripuladas na certificação destes sistemas, sendo necessário recorrer a aeronaves tripuladas.

Palavras-chave

Infraestrutura Aeronáutica; Aeronaves Não Tripuladas; Verificação e Calibração de Ajudas à Navegação; Rádio Ajudas à Navegação Aérea;



Abstract

It is a mission assigned to the Air Force the safeguard of air navigation. In this context, the Directorate of Communications and Information Systems has the task of assuring the reliability, suitability and quality of the radio navigation aids systems by carrying out the on-the-spot inspection service.

This investigation work has the objective of analyzing the feasibility of the use of unmanned aircraft in the flight inspection of the air navigation aid systems of the Air Force. It aims to identify financial gains and analyze the regulatory framework applicable to the use of unmanned aircraft in the context of certification of air navigation aid within a period of five years, following an inductive reasoning, a mixed research strategy and a case study research design

The use of unmanned aircraft in support of flight inspection duties reduced the number of contracted flight hours in 16%. However, it does not translate in to financial savings in the short term due to a high up-front investment. It was also concluded that the existing regulations prevent the use of unmanned aircraft in the certification of these systems, binding the use of manned aircraft.

Keywords

Aeronautical infrastructure, *Remotely Piloted Aircraft System*, *Unmanned Aerial Vehicle*, NAVAIDs, Flight Inspection.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AAN	Autoridade Aeronáutica Nacional
AN	Ajudas à Navegação
ANA	Autoridades Nacionais da Aviação
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil
ANSP	<i>Air Navigation Service Provider</i>
ANT	Aeronaves Não Tripuladas
ATC	<i>Air Traffic Control</i>
CAA	<i>Civil Aviation Authority</i>
CE	Caderno de Encargos
CHV	Custo da Hora Voo
CLAFA	Comando da Logística
DAA	<i>Detect And Avoid</i>
DCSI	Direção de Comunicações e Sistemas de Informação
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EUROCONTROL	<i>European Organization for the Safety of Air Navigation</i>
EM	Estados Membros
FA	Força Aérea Portuguesa
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
GP	<i>Glide Path</i>
HV	Hora de Voo
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IFIS	<i>International Flight Inspection Symposium</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
LEA	Licença Especial de Aeronavegabilidade
LOC	<i>Localizer</i>
MTOW	<i>Maximum Take-Off Weight</i>
MDN	Ministério da Defesa Nacional
NDB	<i>Non-Directional Beacon;</i>
OE	Objetivos Específicos
OG	Objetivo Geral



PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
PD	Perguntas Derivadas
PP	Pergunta de Partida
R&S	<i>Rohde & Schwarz</i>
RCSN	Repartição de Comunicações, Sensores e Navegação
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
RPS	<i>Remote Pilot Station</i>
SAA	<i>Sense and Avoid</i>
TACAN	<i>Tactical Air Navigation System</i>
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UE	União Europeia
UB	Unidade Base
VCAN	Verificação e Calibração de Ajudas à Navegação Aérea
VOR	<i>Very High Frequency Omnidirectional Range</i>



Introdução

A inspeção e a verificação periódica dos sistemas de ajudas à navegação (AN), com base na inspeção terrestre e na inspeção em voo, são requisitos essenciais determinados pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

É uma das missões atribuídas à Força Aérea Portuguesa (FA) a salvaguarda da navegação aérea (Ministério de Defesa Nacional [MDN], 2014). Nesse contexto recai sobre a Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) do Comando da Logística (CLAFA), a tarefa de garantir a fiabilidade, adequabilidade e qualidade das ajudas à navegação, procedendo para esse efeito a inspeções periódicas em voo (CT 15522, 2016, p. 2).

Em 1985 foi atribuída à FA a capacidade para a Verificação e Calibração de Ajudas à Navegação Aérea (VCAN) em Portugal, e até 2004 a FA dispôs de capacidade autónoma para a elaboração destas inspeções, através da operação de uma aeronave *Falcon 20*, operada pela Esquadra 504 (Santos, 2008, p. 26).

Missões que tradicionalmente se encontram limitadas pelos recursos que consomem, por barreiras técnicas ou humanas, e até por imperativos económicos, encontram nos UAS (*Unmanned Aircraft System*) uma nova ferramenta, adequada para complementar, expandir ou até substituir atuais sistemas e plataformas, revitalizando assim a maneira como a Força Aérea pode cumprir as suas missões (MFA 500-2, p.1-1).

O uso de *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) é abrangente, com possibilidade de aplicação em campos tão diversos como a fotografia, agricultura ou segurança (Wilkins, 2018). Neste contexto, os Estados são desafiados com a integração segura e eficiente de UAV num ambiente partilhado por uma indústria aeronáutica tripulada altamente regulada e bem estabelecida (ICAO 2017, p.1). A regulamentação da integração de UAV com o Tráfego Aéreo Geral (TAG) na Europa é esperada para breve, não se prevendo contudo o início desta integração antes do final de 2020.

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade do emprego de Aeronaves Não Tripuladas (ANT) nos processos de calibração dos sistemas de Rádio Ajudas (RA) da FA.

A temática em estudo está limitada fisicamente ao processo de calibração dos sistemas de ajudas à navegação aéreas da FA, e dada a velocidade da evolução tecnológica e do mercado, limitada temporalmente a um período de cinco anos.

O Objetivo Geral (OG) desta investigação é analisar a viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA. Decorre do OG a Pergunta de Partida



(PP): Qual a viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA?

Para atingir o OG, definiram-se dois Objetivos Específicos (OE), dos quais decorrem duas Perguntas Derivadas (PD):

OE1 – Analisar as alternativas financeiras da utilização de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA.

PD1 – Quais os ganhos financeiros que a FA poderá obter com o emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA?

OE2 – Analisar o quadro regulamentar aplicável ao emprego de ANT os processos de calibração dos sistemas de RA da FA.

PD2 – Qual é e como é aplicável o quadro regulamentar aplicável à operação de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA?

A investigação segue uma metodologia assente no raciocínio indutivo, partindo de “factos particulares para, através da sua associação, estabelecer uma generalização” (Santos & Lima, 2016, p. 20). Emprega-se uma estratégia de pesquisa mista e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso. O percurso metodológico dividiu-se em fase exploratória, analítica e conclusiva. Na primeira, recorreu-se a leituras preliminares e entrevistas exploratórias, a partir das quais se identificou a problemática, delimitação e os objetivos da investigação. Seguidamente, consolidou-se a revisão bibliográfica, determinando-se o quadro teórico que sustenta a investigação.

Na fase analítica procedeu-se à recolha, análise e apresentação dos dados, que resultaram de entrevistas semiestruturadas e análise documental. Finalmente, na fase conclusiva, avaliaram-se e discutiram-se os resultados alcançados, respondendo-se à PP e às PD.

Este trabalho divide-se em dois capítulos. No primeiro apresenta-se o quadro conceptual e regulamentar existente, a caracterização do processo VCAN na FA, o estudo de caso e a explicação do modelo de análise da investigação. No segundo capítulo, apresentam-se os dados recolhidos, realiza-se a sua análise e interpretação, dando resposta às PD e PP.

No final apresenta-se a conclusão, elabora-se a síntese da investigação, apresentando os contributos para o conhecimento e delineando recomendações.



1. Enquadramento Teórico e Conceptual

Iniciaremos este trabalho enquadrando o objeto de estudo e a regulamentação aplicável. Enunciaremos os conceitos-chave aplicados a este estudo (Apêndice A), identificando o processo implementado para a contratação do serviço VCAN e o plano regulamentar em vigor para a operação de UAV.

1.1. Quadro conceptual e regulamentar

O quadro regulamentar que define a operação de UAV está em transformação. Neste subcapítulo, pretende-se identificar os conceitos, o paradigma e o quadro regulamentar em vigor, à data da realização desta investigação.

1.1.1. Conceito RPAS

No panorama da aviação civil, a principal entidade reguladora a nível internacional é a ICAO, descendo ao nível europeu para o *European Organisation for the Safety of Air Navigation* (EUROCONTROL), para a *European Aviation Safety Agency* (EASA) e ao nível nacional, a Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC) e a Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN) nas áreas sob responsabilidade militar.

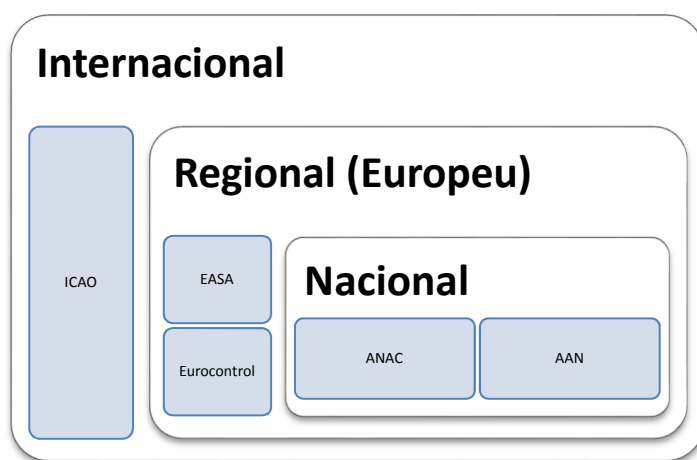


Figura 1 - Entidades reguladoras da aviação civil

Fonte: Adaptado a partir de Leandro (2012).

Em 2011 o ICAO constituiu o UAS *Study Group* (UASSG) com o objetivo de debater as questões referentes à integração de UAV, que culminou na Circular 328 publicada em 2011 (Leandro, 2012, p.9).

No entendimento da ICAO (2005, cit. por ICAO, 2011, p. 3) um veículo aéreo não tripulado é um avião sem piloto, que é pilotado sem um piloto responsável a bordo e controlado remotamente a partir de outro lugar (no solo, a partir de outra aeronave ou do espaço) ou programado e totalmente autónomo.



O termo UAS engloba a aeronave pilotada sem piloto a bordo e que opera como parte de um sistema maior. De acordo com a ICAO (2017, p. 7) os RPAS são um subconjunto de UAS constituídos por um conjunto de elementos configuráveis, nomeadamente o veículo aéreo – *Remote Piloted Aircraft* (RPA), a estação de controlo terrestre – *Remote Piloting Station* (RPS), as ligações de Comando e Controlo (C2) necessárias para interligar o RPA e o RPS, os sistemas de segurança operacional *Detect And Avoid* (DAA) e comunicações *Air Traffic Control* (ATC) e sistemas de interligação entre os órgãos ATC, sistemas de navegação, vigilância, aeronaves tripuladas, RPS, outros RPA e quaisquer outros elementos do sistema que possam ser necessários, em qualquer momento, durante a operação de voo (ICAO, 2017, p.11).

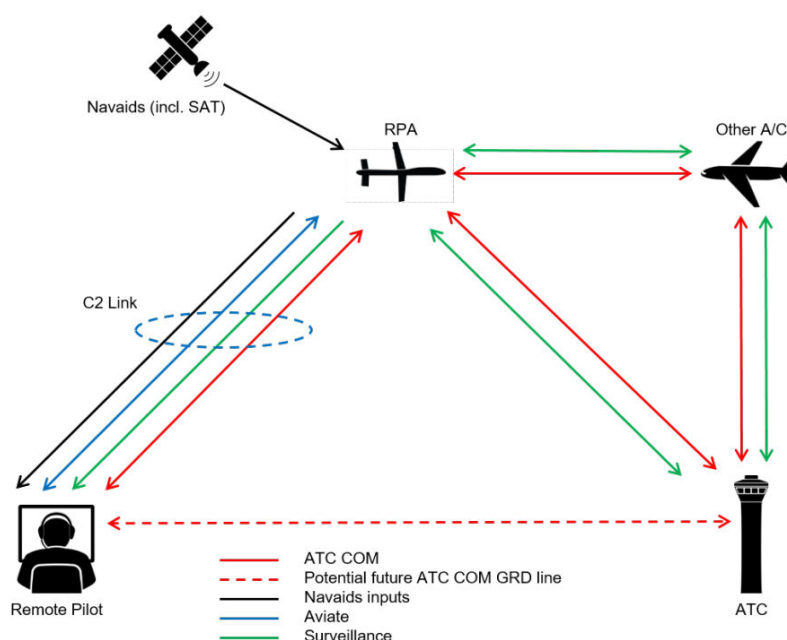


Figura 2 - Ligação componentes RPAS

Fonte: ICAO (2017).

Os UAS irão operar de acordo com os padrões já estabelecidos pela ICAO para as aeronaves tripuladas, bem como com quaisquer padrões especiais e específicos que abordem as diferenças operacionais, legais e de segurança entre operações registadas e não tripuladas (ICAO, 2011, p. 7).

Para o ICAO, os RPA não são classificados com base em qualquer configuração física, tamanho ou desempenho. Todos os RPA com capacidade de voo internacional são considerados viáveis desde que cumpram os requisitos mínimos de equipamento e desempenho para o espaço aéreo onde pretendem operar (ICAO, 2017, p. 13)



Considera-se que apenas os RPA poderão ser integrados no sistema internacional de aviação civil, não se esperando que tal aconteça antes de 2025 (ICAO, 2017, p. 6).

1.1.2. Quadro regulamentar europeu

Na edificação do normativo inicial de regulamentação dos UAS, a EASA optou por delegar nos estados membros (EM) da União Europeia (UE) a regulamentação dos UAS com *Maximum Take-Off Weight* (MTOW) inferior a 150 kg. Este regime (ainda em vigor) levou à criação de vários regimes regulamentares nacionais díspares (EASA, 2017, p.1). Em dezembro de 2017, a competência da regulamentação da UE foi alargada, de modo a abranger todos os UAS, independentemente do MTOW. A EASA foi então incumbida de regulamentar a operação de UAS na Europa (EASA, 2017, p.14).

Segundo a EASA (2019, 3.º parágrafo) “A 28 de fevereiro, o Comité da EASA votou a favor da proposta da Comissão Europeia (...) para regulamentar as operações dos UAS na Europa, o registo de operadores de UAV e de UAV certificados. É espectável que ambos os normativos entrem em vigor até ao final de 2019 e a sua implementação concluída até 2022”.

À semelhança da ICAO, a EASA considera que todos os UAS independentemente do seu peso poderão operar no mesmo espaço aéreo do Céu Único Europeu, juntamente com aeronaves tripuladas, de acordo com as normas estabelecidos para estas e que serão igualmente seguros (*Commission Implementing Regulation* [CIR] EU, 2019).

A abordagem escolhida (EASA, 2017; CIR EU, 2019) centra-se no risco de operação de um UAS. Considera-se que as normas aplicáveis à operação de UAS deverão ser proporcionais à natureza e ao risco de operação, adaptadas às características da aeronave e da área de operações (tendo em conta fatores como densidade populacional, características da superfície e a presença de edifícios). Estes fatores e o critério de nível de risco foram utilizados para estabelecer três categorias de operação de UAV: Aberta – *Open*, Específica – *Specific* e Certificada – *Certified* (Figura 3).



Figura 3 - Categorias EASA

Fonte: EASA (2016).

1.1.3. Quadro regulamentar nacional

No normativo inicial de regulamentação de RPAS, a responsabilidade recaiu nos EM (EASA, 2017, p.1), pelo que o quadro legal nacional aplicável à operação de RPAS, é legislado pelas duas entidades nacionais (Figura 1): a ANAC, com autoridade no espaço aéreo civil e a AAN, com autoridade no Espaço Aéreo sob Jurisdição Militar.

A ANAC respondeu à necessidade de regular a atividade dos RPAS através da publicação do Regulamento n.º 1093/2016 – “Condições de operação aplicáveis à utilização do espaço aéreo pelos sistemas de aeronaves civis pilotadas remotamente (“Drones”)”. Por sua vez, a AAN publicou a Diretiva n.º 1/AAN/2018 “Atividade Aérea de Aeronaves não Tripuladas em Espaço Aéreo sob Jurisdição Militar”.

Ambas legislaram no sentido de considerar que a operação de RPAS requer a segregação do espaço aéreo onde ocorre a atividade, como forma de garantir a sua segurança e a dos restantes utilizadores do espaço aéreo (AAN, 2018; ANAC, 2016; V. Marques (entrevista presencial, 17 de junho 2019).

É entendimento de ambas as entidades que, como regra geral, a operação de um RPAS não carece de autorização quando realizada durante o período diurno, até uma altura máxima de 120m (400 pés), em linha de vista do operador, com luzes de navegação ligadas e não colocando em risco pessoas, bens e outras aeronaves (V. Marques, *op. cit.*). Para a ANAC



(2016, p. 36613) a operação noutras condições, ficam sujeitos às regras específicas de operação, nomeadamente os voos nas proximidades de infraestruturas aeroportuárias civis, voos cuja realização carece de autorização expressa da ANAC, operações e voos com restrições e voos em áreas de jurisdição militar (Figura 4).

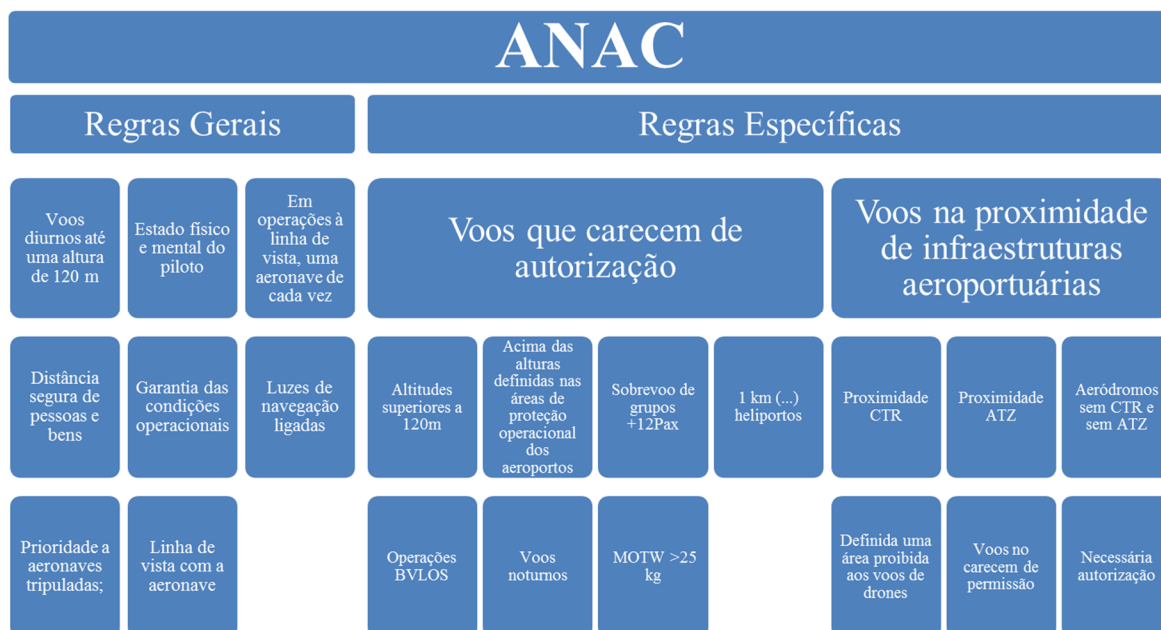


Figura 4 - Resumo Regulamento N.º 1093/2016 ANAC

“Tendo em conta a especificidade das operações militares, não se afigura possível permitir qualquer tipo de operação de drones, em espaço aéreo sob jurisdição militar, sem conhecimento do órgão dos Serviços de Tráfego Aéreo correspondente (...). O voo de uma RPA em áreas de jurisdição militar, (...) depende de autorização da AAN. (...). Nesse sentido, esta autoridade definiu um conjunto de normas e procedimentos internos, para cada área sob jurisdição militar, para o processamento dos pedidos de utilização destas frações de espaço aéreo” (Figura 5) (AAN, 2018, p. 2).

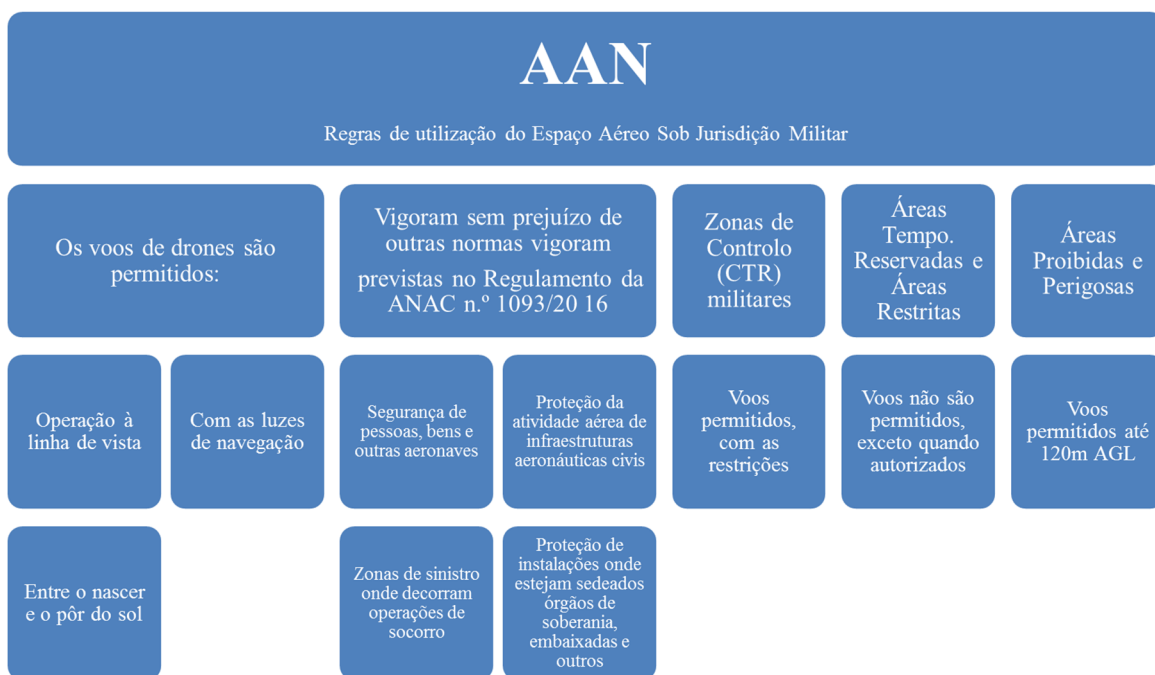


Figura 5 - Resumo Diretiva N.º 1/AAN/2018

1.2. O processo VCAN na FA

É da competência da DCSI, a tarefa de garantir a fiabilidade, adequabilidade e qualidade das ajudas à navegação, procedendo para esse efeito a inspeções periódicas em voo (CT 15522, 2016), de acordo com os conceitos definidos no Apêndice A.

Segundo Santos (2008, p. 5), de modo semelhante ao que se verificou em Espanha e Itália aquando da implementação da capacidade de VCAN, em Portugal foi atribuída à FA, em 1985, essa responsabilidade. De fato foi atribuída à Esquadra 504 a missão secundária de VCAN, tendo sido criada para o efeito a Secção de Verificação e Calibração de Ajudas à Navegação, integrada nessa esquadra.

Ao longo dos anos seguintes, a FA celebrou protocolos com a Aeroportos e Navegação Aérea e o Instituto Nacional de Aviação Civil, relativos aos princípios a observar quanto à verificação em voo das AN.

A FA cumpriu esta missão até 2004 quando, por obsolescência da aeronave *Falcon* 20, dos equipamentos de calibração e o avultado investimento necessário para manter esta capacidade recorrendo a outra aeronave da FA, nomeadamente o C-295M ou o *Falcon* 50, se adotou a contratação externa do serviço VCAN, por se ter revelado a solução economicamente mais vantajosa (Santos, 2008, p. 26).



Sem capacidade própria para a VCAN, a FA passou a recorrer à contratação externa deste serviço recorrendo aos procedimentos contratuais contemplados nos Código dos Contratos Pública (P. Rodrigues, entrevista presencial, 17 de maio de 2019).

P. Rodrigues (*op. cit.*) explica que o serviço contratado contempla a verificação e calibração em voo de todas as AN militares da FA localizadas no continente e no arquipélago da Madeira (Apêndice E), com recurso a uma aeronave tripulada, em dois períodos distintos do ano (maio/abril e outubro/novembro). A elaboração do procedimento de concurso, o acompanhamento do procedimento de concurso e a supervisão do serviço é um processo conduzido pela DCSI que se prolonga ao longo do ano e envolve elementos das áreas técnicas, financeiras, logísticas e operacionais de diversos órgãos e Unidades Base (UB) da FA (CT 15522, 2016).

O parque de sistemas de AN foi diminuindo ao longo dos últimos anos e o custo da hora de voo (HV) contratado tem vindo a diminuir devido à variedade da oferta, à utilização de aeronaves mais económicas e a partilha de custos de deslocação com outras entidades nacionais. Não se prevê a instalação de novos sistemas que necessitem de inspeção periódica num futuro próximo. Apresenta-se na Quadro 1 o histórico do n.º de HV para calibrações (HVC), o custo anual da contratação do serviço (CVCAN) e o Custo da Hora de Voo de Calibração (CHVC), desde 2011 (P. Rodrigues, *op. cit.*).

Quadro 1 - N.º de HV e custos anuais VCAN DCSI

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
CVCAN	316 060 €	240.257 €	205.339 €	235.350 €	186.975 €	122 004 €	150.984 €	149.671 €	150.000 €
HV Totais (h)	n/a	71	54	75	68	70	70	70	70
CHVC	n/a	3.384 €	3.803 €	3.138 €	2.750 €	1.743 €	2.157 €	2 138 €	2.150 €

Atualmente são contratadas 70 HV, distribuídas pelas AN a certificar de acordo com o Apêndice F, com um custo aproximado de 150.000 € por ano e com um CHVC (estimado) de 2.150 €.

1.3. Estudo de Caso: A utilização de UAV na VCAN

Realiza-se com frequência bienal a *International Flight Inspection Symposium* (IFIS), com o propósito de trocar informações técnicas e discutir o impacto da introdução de novos sistemas de inspeção na atividade aérea. Nas duas últimas edições (2016 e 2018), foram apresentados vários casos de estudo relativos à utilização de UAVs na inspeção de AN. Uma



das principais motivações para a introdução de UAVs em tarefas de inspeção de voo é a redução dos custos envolvidos na operação de aeronaves tripuladas.

Vários trabalhos publicados (Bredemeyer, 2016, cit. por Wilkens 2018; Bredemeyer & Schrader, 2018; Zhu, Shi, & Kang, 2018) atestam a viabilidade técnica do emprego de UAS na verificação de *Instrument Landing System* (ILS) e *VHF Omnidiretional Range* (VOR). Vários investigadores reportam também a utilização de UAS para na verificação de *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) (Bredemeyer, 2016, cit. por Wilkens 2018; Haberfeld & Holanda, 2018).

A pesquisa publicada por Demule e Theißen (2018, p. 257), usada como estudo de caso nesta investigação, reporta a colaboração resultante entre a prestadora dos serviços de navegação aérea suíça *Skyguide*, a fabricante de RPAS *AltiGator* e a *Rohde & Schwarz* (R&S), que resultou na utilização de um multicóptero, modificado para transportar um recetor de ILS, para a medição dos sinais emitidos, validando a viabilidade técnica destas plataformas.

A solução implementada é constituída por três elementos: o RPAS, o analisador de sinais R&S EVSF1000 e o *software Preflight Checker*. O RPAS *AltiGator OnyxStar® ATLAS* (MTOW<20kg), modificado de acordo com as especificações da *Skyguide* (Demule & Theißen, 2018), nomeadamente proteção eletromagnética, capacidade para transportar o analisador de sinais e sistemas de antenas, retendo o desempenho e a autonomia suficiente para a realização das medições como o ângulo da ladeira do *Glide Path* (GP), a potência do sinal na *centerline*, limites de alarme verticais e laterais do GP e *Localizer* (LOC) (Demule & Theißen, 2018, p. 262). Finalmente, o *Preflight Checker* (v3.0), é um *software* proprietário, desenvolvido pela *Skyguide* para processamento, visualização e análise em tempo real dos sinais recolhidas. (Demule & Theißen, 2018, p. 264 – 268).

Desde janeiro de 2018, esta solução é utilizada como método complementar de medição às inspeções em voo periódicas dos sistemas ILS nos aeroportos internacionais de Genebra (ICAO GVA) e de Zurique (ICAO ZRH) (Demule & Theißen, 2018, p. 264 – 268). Estas ações são realizadas durante a noite, após encerramento do aeroporto. Cada passagem dura cerca de oito a dez minutos e o procedimento completo menos de uma hora. Os resultados são transmitidos para uma estação em terra e podem ser observados pelas equipas técnicas em tempo real. A utilização desta solução permite a redução de custos de instalação no ILS, inspeções periódicas e manutenção corretiva (D. Kocher, *op. cit.*).



Figura 6 - Componentes da solução Skyguide

Fonte: Adaptado a partir de Skyguide (2019).

D. Kocher (*op. cit.*) refere também que as medições realizadas são consideradas uma extensão das medições no solo. De acordo com o descrito pela ICAO (2007, p.1-8) a avaliação mensal dos valores de emissão do ILS e a existência de uma boa correlação entre os valores registados por sistemas de medição aéreos e no solo, permite a extensão do período de certificação do ILS. Tendo isto em conta, a Skyguide implementou nos aeroportos Genebra e Zurique a extensão do intervalo máximo entre as inspeções periódicas em voo ao ILS, de seis para nove meses, permitindo uma redução das HV contratadas e que se traduz numa poupança efetiva nos custos de VCAN.

1.4. Modelo de Análise

Nesta investigação aplicou-se um raciocínio indutivo e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso. As PD em conceitos (Apêndice A), dimensões e indicadores, resultando no Mapa Conceptual apresentado no Apêndice B. No Capítulo 1 identifica-se o quadro conceptual, regulamentar e o Estudo de Caso que serve de base a esta investigação. No Capítulo 2 analisam-se os ganhos financeiros (respondendo à PD1) e o quadro regulamentar aplicável (respondendo à PD2).

Na recolha de informação, utilizou-se uma estratégia qualitativa, suportada por análise documental e em cinco entrevistas semiestruturadas (Apêndice C), aplicadas a uma amostra empírica intencional. Os cinco entrevistados, foram selecionados pelas funções de Direção na DCSI e pelo reconhecido conhecimento e experiência nas áreas específicas em análise. As suas respostas apresentam-se no Apêndice D.



2. Viabilidade de UAV para calibração de AN na FA

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos nas entrevistas efetuadas e da análise documental fazendo-se a interpretação dos mesmos, dando resposta às PD e à PP.

2.1. Dimensão Logístico-Administrativa

Relativamente ao processo administrativo, J. Morgado (*op. cit.*) refere que “[...] dificilmente sofrerá alterações se este se realizar com UAV”. P. Rodrigues (*op. cit.*) refere também que “a utilização de UAV não altera os o empenhamento dos militares da Repartição de Comunicações, Sensores e Navegação (RCSN) ao longo das várias etapas desta tarefa”. Quando questionados sobre quais as AN que um UAV poderia certificar, ambos os entrevistados responderam que “(...) todas as AN poderiam ser calibradas por UAV”. Relativamente às vantagens da utilização de UAV, P. Rodrigues (*op. cit.*) considera que “o menor custo da HV e a maior flexibilidade de utilização” são as mais evidentes. J. Morgado (*op. cit.*) afirma que “são sistemas muito mais baratos, mais económicos, com menor custo de operação, menos poluentes, produzem menos ruído, com maior flexibilidade e versatilidade de operação”.

Quanto à criação da capacidade de VCAN com UAV na FA, J. Morgado (*op. cit.*) considera ser “o passo natural dada a experiência da FA na operação de UAV em missões de vigilância marítima, terrestre e deteção de incêndios florestais. [...] A formação de uma esquadra de UAV está programada para breve, pelo que seria possível explorar a utilização desses equipamentos para VCAN [...]”.

2.2. Dimensão Financeira

Para a avaliação da dimensão financeira, começámos por identificar a dimensão financeira e administrativa do processo VCAN na DCSI (Quadro 1). As entrevistas efetuadas pretenderam balizar custos e a pertinência do possível emprego de UAV na VCAN.

Considera-se o valor anual despendido na contratação dos serviços VCAN de 150.000 €, que corresponde ao custo da contratação de 70h de voo, necessárias à certificação das AN da FA (J. Morgado, *op. cit.*; P. Rodrigues, *op. cit.*), distribuídos pelas AN de acordo com a Figura 7. Para o efeito, considera-se o CHVC de 2.150 € se manterá ao longo da limitação temporal deste trabalho (cinco anos).

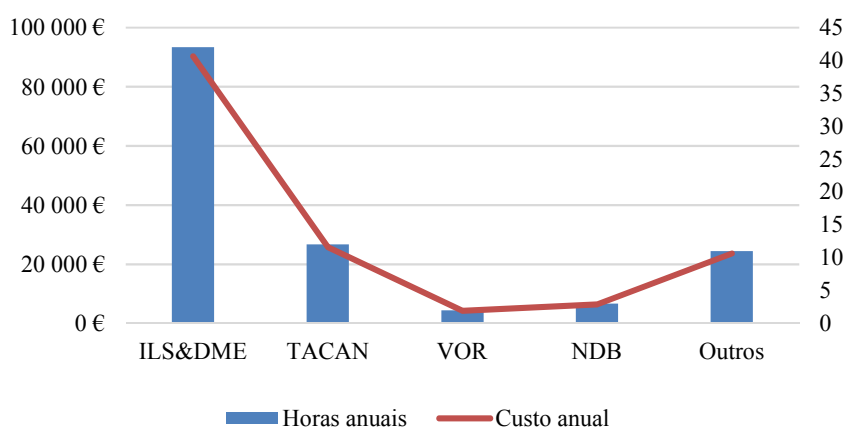


Figura 7 - Total n.º HV de calibração e custo por AN (Anual)

60% das HV contratadas (42h) são dedicadas à verificação do ILS (em simultâneo com o DME). As restantes HV distribuem-se pelo TACAN (12h), VOR (2h) e NDB (3h). A verificação dos DME de forma isolada do ILS tem uma duração de 9h (Apêndice F). O fator “Outros” representa os custos associado às deslocações entre UB e serviços (entre 10h a 11h), que se divide equitativamente pelos dois períodos anuais de VCAN (P. Rodrigues, *op. cit.*). Pelo exposto, estima-se que a FA despenderá, nos próximos 5 anos, o valor de 752.500 €. Este será o valor de referência para análise da viabilidade financeira.

Relativamente às vantagens da utilização de UAV em substituição de aeronaves tripuladas, D. Kocher (*op. Cit.*), da empresa *Skyguide*, refere que “o menor custo da HV permite a redução de custos. [...] A operação de UAV resulta num menor impacto ambiental devido ao menor consumo e redução de emissões de CO₂. [...] Produz menor ruído (...) É mais flexível tem menor impacto operacional”.

Segundo D. Kocher (*op. cit.*), a solução desenvolvida (em 1.3) apenas realiza medições do ILS. “Para a medição de outros sistemas é necessário outro tipo de sensores, mas essas opções não foram testadas e implicam a reconfiguração do UAV. [...] Estão a ser desenvolvido esforços para aplicação desta plataforma na inspeção de sistemas radar”. O modelo de negócio passa pela comercialização da solução completa e não contempla, nesta fase, a prestação de um serviço com recurso a UAV. Não faz parte da oferta comercial a formação e o licenciamento dos pilotos, a certificação de aeronavegabilidade do UAV, serviços de engenharia associados ao ILS e a aprovação da autoridade aérea nacional.

Por razões de confidencialidade, não foi permitida a divulgação e análise do modelo de negócio e da oferta comercial da *Skyguide* (D. Kocher, *op. cit.*). Em traços gerais, a empresa pretende comercializar uma solução pronta a operar pelo cliente, constituída pelo



UAV *AltiGator OnyxStar* ATLAS, o recetor R&S EVSF1000, licença de utilização e formação para o software *Preflight Checker*, no valor aproximado de 135.000 €. A solução será comercializada com três opções, com níveis diferenciados de serviços e custos.

Quanto à formação de pilotos de UAS, segundo J. Morgado (*op. cit.*) poderá ser ministrado internamente, dado que essa valência já existe na FA.

Ao contrário das aeronaves tripuladas, o custo associado à manutenção e operação de um UAS ainda é um tema pouco documentado. UAS de baixo custo têm normalmente custos de manutenção baixos. Contudo, tendo em conta a complexidade e o custo da solução identificada, considera-se necessário contemplar na dimensão financeira do problema uma estimativa para os custos de manutenção da plataforma. Para esse efeito contabiliza-se o custo de manutenção anual como 25% do custo de aquisição, após o final da garantia de um ano (Chapman, 2017). Considera-se então que a solução analisada apresenta um custo de manutenção anual de 33.750 € (Quadro 2).

Quadro 2 - Projeção de custos UAS

Custo Aquisição (€)	Custo Sustentação anual (€)					Custo Total €
	1	2	3	4	5	
135.000	0	33.750	33.750	33.750	33.750	270.000

Assumindo a aquisição desta solução e a extensão do período de certificação do ILS de seis para nove meses, procede-se à estimativa de planeamento dos destacamentos VCAN da FA (Quadro 3) e à análise prospetiva das potenciais mais valias da utilização de UAV no processo VCAN.

Quadro 3 - Estimativa de planeamento de destacamentos VCAN

Estimativa de Planeamento	VCAN	Ano 1			Ano 2			Ano 3			Ano 4			Ano 5		
	ILS c/ UAV	ABR			JAN		OUT		JUL		ABR			JAN		OUT
	NDB, TACAN e VOR	ABR				ABR		ABR			ABR				ABR	
	Final	ABR			JAN	ABR	OUT	ABR	JUL		ABR			JAN	ABR	OUT



Quadro 4 - Projeção HV UAS

	HV Ano (h)					
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total HV
HV VCAN ILS c/ UAV	21	42	21	21	42	147
HV NDB, TACAN e VOR	17	17	17	17	17	85
Outros	5	15	10	5	15	50
Total HV c/ UAV	43	74	48	43	74	282

Verifica-se uma diminuição no número de HV contratadas para a certificação dos sistemas ILS, não se verificando, naturalmente, alterações ao número de HV contratadas para as restantes AN. Contudo, dada a dinâmica deste processo e a rigidez dos limites de certificação, verifica-se um aumento do número de HV associados às deslocações entre UB em três anos (Quadro 4). Este aumento, deve-se ao desfasamento entre destacamentos de VCAN, dada a alteração da periodicidade de certificação dos ILS (Quadro 3), e que leva à realização, em alguns anos, de destacamento adicionais. Resume-se análise prospetiva da dimensão Financeira no (Quadro 5).

Quadro 5 - Comparação estimativa de custos

	HVC					Total HV	Custo Total HV	Encargo UAV	Custo Total
	1	2	3	4	5				
VCAN	70	70	70	70	70	350	752 500 €	0 €	752 500 €
VCAN c/ UAV	43	74	48	43	74	282	606 300 €	270 000 €	876 300 €

2.3. Dimensão Regulamentar

A ICAO (2007, p. 1-11) identifica como uma das características para aeronaves de inspeções em voo a capacidade para transportar uma tripulação e equipamentos eletrónicos.

Nos procedimentos para a contratação dos serviços VCAN da FA, estabelece-se que “[...] a aeronave a utilizar na prestação do serviço [...] deverá ser pilotada por uma tripulação constituída, no mínimo, por dois pilotos” (P. Rodrigues, *op. cit.*).

O Regulamento n.º 539/2014 (5 de dezembro de 2014, p. 30609) considera que “a aviação militar tem especificidades pontuais que devem ser tidas em conta no cumprimento dos requisitos essenciais”. V. Marques (*op. cit.*) destaca que “[...] com a ratificação da



Convenção de Chicago por Portugal, as aeronaves utilizadas em serviços militares são consideradas aeronaves de Estado e portanto, não abrangidos por esta convenção, [...] existindo o comprometimento em ter sempre em consideração a segurança aérea civil ao instituir novos regulamentos próprios”. É considerada uma aeronave militar “uma aeronave tripulada ou não tripulada operada pelas Forças Armadas ou registada na AAN (...)” (AAN, 2014, p. 30608).

A operação de UAV em território nacional está regulada pela ANAC e a AAN (no espaço aéreo sob jurisdição militar), como referido no Capítulo 1. Compete igualmente à AAN, ao abrigo da Lei n.º 28/2013, a responsabilidade de coordenar e executar das ações necessárias na regulação, inspeção e supervisão das atividades de sector aeronáutico no âmbito da Defesa Nacional.

T. Cabral (entrevista presencial, 17 de junho 2019) refere que recai sobre a AAN a responsabilidade de certificar a aeronavegabilidade de UAS e que se traduz na necessidade de garantir os requisitos de segurança para salvaguarda de tripulações, pessoal de terra, passageiros e terceiros. A um UAS só será permitido voar [no âmbito das competências da AAN] depois de se demonstrar que estão garantidas as condições de segurança.

O processo de emissão de Licenças Especiais de Aeronavegabilidade (LEA) segue um processo distinto, consoante a sua origem do UAS (Figura 8).

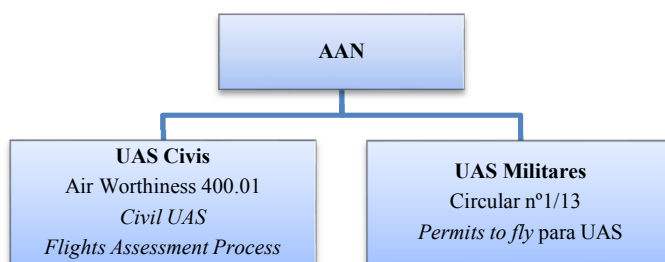


Figura 8 - Processo de Avaliação

Fonte: Adaptado a partir de AAN (2018).

A AAN (2013, p.1) estabelece na sua Circular N.º 1/13 os requisitos e procedimentos necessários à emissão de LEA para UAS concebidos ou fabricados por uma entidade para a qual a AAN assegure a supervisão da homologação e a segurança no âmbito da aeronavegabilidade das aeronaves militares, ou operadas ou que venham a ser operadas pelas Forças Armadas.



T. Cabral (*op. cit.*) refere que “o processo de emissão de LEA para RPA com $MTOW < 25kg$ ¹ está isento de certificação. Contudo é requerido a elaboração de um processo de demonstração de segurança de voo (*Safety Assessment*). Na prática a certificação é substituída por um processo de permissão para voo”. Para sistemas de maiores dimensões ($MTOW > 25kg$), o processo de certificação é semelhante ao das aeronaves tripuladas, com a aplicação das devidas ressalvas. “A documentação de referência para a Certificação é aplicada conforme a classe onde se insere: $25kg < MTOW < 150kg$ aplica-se a STANAG 4703 e $MTOW > 150kg$ aplica-se a STANAG 4671 e 4702” (T. Cabral, *op. cit.*).

O processo de emissão de uma LEA para um UAS [pela AAN] é desencadeado a pedido do operador² e concedida após a aprovação do respetivo processo de certificação e de devidamente comprovada a garantia da segurança de voo (T. Cabral, *op. cit.*). A LEA emitida “é válida para a finalidade, restrições e limitações nela contida enquanto não for revogada ou suspensa pela AAN ou renunciada pelo operador, sempre que ocorram situações que o justifiquem” (AAN, 2013, p.5).

O procedimento de obtenção de uma LEA é um processo minucioso e complexo (T. Cabral, *op.cit.*). Implica o registo do UAS, a aprovação do processo, a submissão de um conjunto de informação detalhada conforme a regulamentação em vigor e a aprovação de um programa de voos (AAN, 2013, p.5). É limitada no tempo por um período restrito e no máximo um ano (em condições específicas). Adicionalmente, os operadores, caso aplicável, devem possuir seguro adequado aos voos a realizar, devem utilizar uma gama aprovada de frequências para o canal de comando e controlo, os operadores devem ser qualificados. É da responsabilidade do operador a “preparação, elaboração e verificação interna de toda a documentação a submeter à AAN para aprovação” (AAN, 2013, p.6). T. Cabral (*op.cit.*) refere que todos os formulários necessários (circulares, formulários, documentos de orientação e regulamentos estão disponíveis no sítio da AAN).

Segundo T. Cabral (*op.cit.*) todo “o conceito de certificação gira em torno da avaliação de risco/segurança de operação, avaliado para cada caso, para cada missão e num determinado período de tempo”. Esta avaliação tem por base uma *Safety Checklist*, disponibilizada no sítio da AAN, que discrimina todos os componentes do UAS “A lista tem

¹ A legislação nacional em vigor considera UAS de pequenas dimensões os sistemas com $MTOW < 20kg$, no entanto à semelhança do que está a ser adotado por outras entidades deverá considerar-se um $MTOW < 25kg$ para esse efeito (T. Cabral, *op. cit.*)

² Operador: Pessoa individual, Entidade ou Empresa que efetue ou pretenda efetuar voos com UAS (AAN, 2013, p. 4)



de incluir de forma detalhada as questões relacionadas com a Perda de Canal de Comando e Controlo, a Colisão no Solo e as capacidades de *Sense and Avoid* (SAA) (...). A lista de verificação de segurança tem de ser adaptada ao tipo de UAS (...) e ao tipo de voos que se pretende realizar. Posteriormente, a avaliação de risco/segurança tem de incluir uma análise de modos potenciais de falha, efeitos potenciais das falhas e a sua criticidade” (AAN, 2013, p.7). T. Cabral refere que “esta *Safety Checklist* tem como referência documentos empregues pela *Federal Aviation Administration* (FAA) e *Civil Aviation Authority* (CAA) para a avaliação do de risco/segurança de operação”.

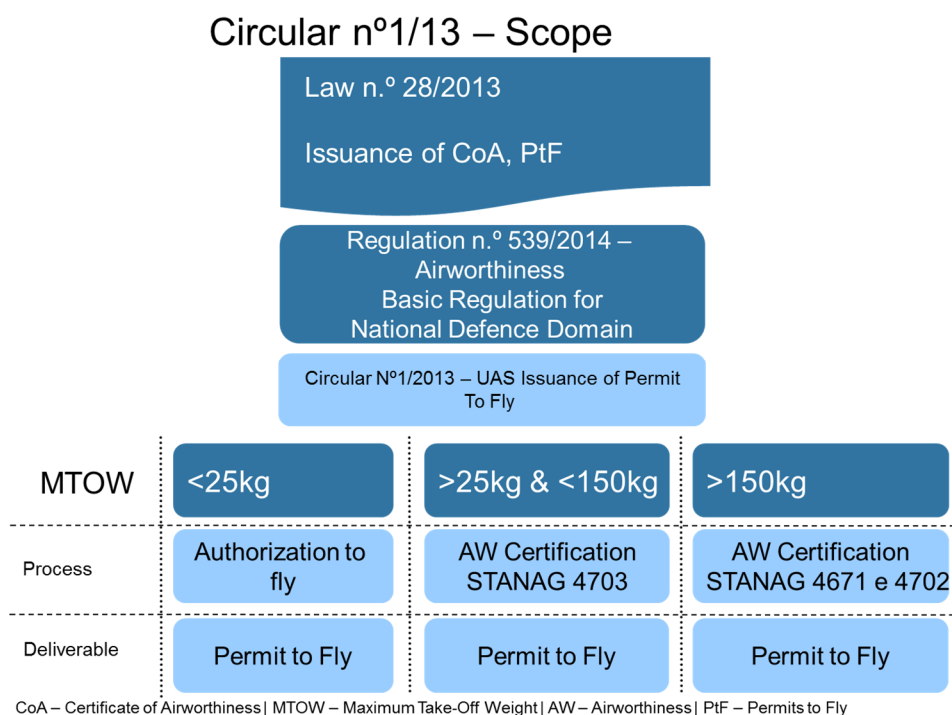


Figura 9 - Quadro Resumo Circular N. º1/3

Fonte: AAN (2018).

Relativamente ao reconhecimento das homologações realizadas por outras entidades, está prevista a cooperação entre outras entidades de outros países [e a AAN] e está previsto o reconhecimento de homologações concedidas por outras autoridades aeronáuticas a sistemas UAS e a emissão de certificados com base nesses documentos (T. Cabral, *op. cit.*; Regulamento n.º 539/2014, 2014, p. 30609).

2.4. Interpretação dos resultados

Verifica-se harmonização nos entrevistados em relação à utilização de UAV no processo de VCAN na FA, na sua pertinência e benefícios. Em particular na hipótese de redução do custo da HV.



Refira-se que a *Skyguide* tenciona comercializar uma solução completa constituída pelo UAV, o analisador de sinais e o *Preflight Checker* e não disponibiliza a prestação de um serviço de VCAN com recurso a UAS.

A aplicabilidade desta solução restringe-se apenas ao ILS, e são consideradas, de uma perspetiva técnica e regulamentar, uma extensão das medições do sistema no solo, não eliminando a necessidade de contratação de uma aeronave tripulada capaz de realizar a tarefa de VCAN. O emprego desta plataforma poderá permitir alargar o período entre as inspeções periódicas do ILS, dos atuais seis meses para nove meses. Esse alargamento traduz-se na redução do número de HV contratadas para a calibração dos sistemas ILS da FA em 30%, e o total de HV contratadas em 16%. Contudo o valor do investimento inicial e os encargos adicionais associados à sustentação da plataforma traduz-se num aumento de 16% da verba despendida, no final do período em análise.

Com base nos resultados apresentados, considera-se ser possível responder à PD1: na limitação temporal definida, não foram identificados ganhos financeiros no emprego de UAV no processo de VCAN da FA (Quadro 4).

No âmbito do quadro regulamentar internacional, a regulamentação existente para a calibração de AN pressupõe que esta atividade seja realizada por uma aeronave tripulada. A FA estabelece como um dos requisitos para a contratação dos serviços VCAN, que as aeronaves a utilizar deverão ser pilotadas por uma tripulação. No entanto, não se identificou qualquer impedimento regulamentar relativamente à utilização de UAS como uma extensão das medições no solo.

A ANAC e a AAN regulamentam a operação de UAV estabelecendo regras e obrigações para operadores e para as condições de operação. No espaço aéreo sob jurisdição militar não é permitida qualquer tipo de operação de UAV sem conhecimento do órgão de tráfego aéreo correspondente e da AAN.

Identificou-se que, à luz da legislação em vigor, que a AAN é a entidade responsável pela emissão de LEA para UAS concebidos ou fabricadas por uma entidade para a qual a AAN assegure a supervisão da homologação e a segurança no âmbito da aeronavegabilidade das aeronaves militares, operadas ou que venham a ser operadas pelas FA ou registadas na AAN.

Assim, pode responder-se à PD2: o quadro regulamentar internacional estabelecido impede o emprego de UAS na certificação de AN. No entanto nada foi identificado que proíba a sua operação em apoio às atividades de sustentação, manutenção e inspeção de



sistemas de AN. Nesse sentido, e assumindo a operação do UAS pela FA, recai na AAN a competência para a sua certificação (MTOW>25kg) ou permissão para voo (MTOW<25kg), de acordo com o estabelecido na Circular N.º 1/13 e no Regulamento n.º 539/2014 da AAN.

Com base na resposta à PD1 e PD2, responde-se à PP: à data da realização desta investigação, tendo em conta a limitação temporal definida, não se considera viável o emprego de UAS no processo VCAN da FA no sentido em que:

- Não se identificaram ganhos financeiros no emprego de UAS em todo o processo de VCAN;
- As normas existentes impedem a utilização de UAV na certificação da AN, sendo sempre necessário recorrer à contratação de aeronaves tripuladas para certificar a fiabilidade, adequabilidade e qualidade das AN da FA. Contudo a operação de UAS em apoio às atividades de manutenção de AN é permitida, no âmbito da operação de UAS pela FA.



Conclusões

A DCSI da FA desenvolve a sua atividade num ambiente em que os meios financeiros são cada vez mais limitados, sendo por isso necessário encontrar formas de reduzir os custos associados aos sistemas em exploração.

Recai sobre esta Direção a tarefa de garantir a fiabilidade, adequabilidade e qualidade das AN, procedendo para esse efeito a inspeções periódicas em voo. Não dispondo de capacidade própria para desempenhar essa missão, a FA recorre à contratação externa para esse efeito. No sentido de contribuir para a diminuição dos encargos financeiros associados à VCAN, estudou-se neste trabalho a viabilidade do emprego de UAV nesse processo, como alternativa aos meios de verificação e calibração convencionais. Delimitou-se este estudo ao período de cinco anos.

O OG da investigação foi traduzido numa PP:

- Qual a viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA?

De modo a sistematizar a abordagem decompôs-se o OG em dois OE, relacionados com a análise de viabilidade financeira e regulamentar e que por sua vez foram associados a PD cujas respostas permitem, dar resposta à PP desta investigação.

Em termo metodológicos, foi empregue nesta investigação um raciocínio indutivo e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso. O processo de recolha de dados recorreu a uma estratégia qualitativa, suportada por análise documental e em cinco entrevistas semiestruturadas, aplicadas a uma amostra empírica intencional

No Capítulo 1 do presente trabalho analisou-se o quadro conceptual e regulamentar existente. Identificaram-se as principais entidades reguladores internacionais e nacionais, os principais documentos estruturantes, o desenho do quadro regulamentar europeu recentemente publicado pela UE e as considerações estabelecidas pela reguladora nacional civil e militar. Caracterizou-se o processo VCAN da FA com vista a balizar custos e a pertinência tema e apresentou-se o Estudo de Caso que serviu como base para a análise descrita nesta investigação.

No Capítulo 2, analisou-se o impacto que a introdução de UAS poderia ter no processo administrativo e técnico levado a cabo pela DCSI, procedeu-se à análise da viabilidade económica tendo por base o Estudo de Caso apresentado no Capítulo 1 e à análise regulamentar da aplicação de UAV no processo de VCAN na FA.



Constatou-se que a FA contrata anualmente 70h de voo, com um custo de 150.000 €, para a certificação das várias AN da sua responsabilidade (ILS, DME, VOR, TACAN e NDB) com um custo de CHVC de 2.150€. Isto traduz-se num custo estimado de 752.500 € ao longo de cinco anos.

A *Skyguide*, atualmente a única empresa disponível para a tarefa, apenas fornece a solução completa (UAV, analisador de sinais e o *Preflight Checker*), não proporcionando o serviço VCAN.

A solução apresentada, tem um custo estimado de 135.000 € e um custo de manutenção anual estimado, a partir do segundo ano, de 33.750 €. A utilização desta solução aplica-se apenas ao ILS e não elimina a necessidade de contratação de uma aeronave tripulada para a certificação desta AN. A operação desta plataforma, permitiria estender o intervalo máximo entre as inspeções periódicas em voo ao ILS dos atuais seis para nove meses. Isto traduz-se na redução do número de HV contratadas para a calibração dos sistemas ILS da FA em 30%, e o total de HV contratadas em 16%, ao longo de cinco anos. Contudo o valor do investimento inicial e os encargos adicionais associados à sustentação da plataforma, traduz-se num aumento de 16% da verba despendida (887.050 €), no final do período em análise (respondendo à PD1).

Relativamente à dimensão regulamentar desta investigação, verificou-se que a norma existente apenas contempla que esta atividade possa ser feita por aeronaves tripuladas, uma vez que um dos requisitos para que uma aeronave seja empregue para esse fim é a capacidade para transportar uma tripulação. Contudo, nada impede a sua utilização em funções de apoio às atividades de sustentação, manutenção e inspeção das AN da FA. A operação e certificação de um UAS pela FA recai no âmbito da autoridade da AAN de acordo com o estabelecido na Circular N.º 1/13 e no Regulamento n.º 539/2014 da AAN (respondendo à PD2).

Com base na resposta à PD1 e PD2, responde-se à PP: à data da realização desta investigação, tendo em conta a limitação temporal definida, não se considera viável o emprego de UAS no processo VCAN da FA no sentido em que:

- Não se identificaram ganhos financeiros no emprego de UAS em todo o processo de VCAN;
- As normas existentes impedem a utilização de UAV na certificação da AN, sendo sempre necessário recorrer à contratação de aeronaves tripuladas para certificar a



fiabilidade, adequabilidade e qualidade das AN da FA. Contudo a operação de UAS em apoio às atividades de manutenção de AN é permitida, no âmbito da operação de UAS pela FA.

Desta investigação, que se considera ser uma abordagem inicial à problemática da aplicabilidade de UAS nos processos VCAN na FA, reconhece-se a possibilidade de utilização de UAS nas tarefas de sustentação, manutenção e inspeção das AN, não obstante as limitações impostas pelas regulamentações internacionais em vigor e o avultado investimento inicial, que não tornam viável o emprego de UAV nas VCAN da FA num prazo de cinco anos.

A possibilidade de utilização de UAS para a extensão do intervalo máximo entre as inspeções periódicas em voo do ILS, de seis para nove meses, é inovador e deverá traduzir-se em poupanças significativas em entidades com um maior número de ILS, maior distância entre aeródromos e maior orçamento. É espectável que nos próximos anos se verifique um aumento da oferta deste tipo de plataformas, o aumento da diversidade das AN verificadas ou o fornecimento deste serviço com recurso a UAS, tendo como consequência direta a diminuição dos custos.

Com base nos resultados desta investigação, recomenda-se o acompanhamento da evolução deste segmento de mercado, como potencial medida de redução dos custos associados à sustentação das AN geridas pela DCSI. Tendo em conta que estas temáticas são discutidas na IFIS, recomenda-se a participação de militares da DCSI na próxima edição deste evento a decorrer em julho de 2020 na África do Sul. Dada à rapidez da evolução tecnológica verificada, recomenda-se a revisão deste estudo de viabilidade no prazo máximo de dois anos.

Apesar de atingido os objetivos desta investigação, identificam-se diversas limitações à análise elaborada. Dos vários contatos realizados apenas a *Skyguide* se mostrou disponível para colaborar. Algumas empresas contactadas por alegadamente utilizarem UAS na VCAN, na verdade não o faziam (por diversas razões) e outras não responderam. A análise da dimensão financeira tem por base apenas uma amostra (que por razões de confidencialidade, não pode ser analisada de forma pormenorizada) e portanto deverá ser considerada uma limitação às conclusões desta investigação. Concorre também o facto de a única empresa disponível para a tarefa, disponibilizar apenas a solução completa e não fornecer o serviço VCAN, o que permitiria uma melhor comparação com VCAN convencional contratada pela FA. De igual modo, a limitação temporal de cinco anos, influencia a análise realizada.



Também não foram consideradas nesta pesquisa, outras situações que requeressem a contratação de HV adicionais para a certificação do ILS, como por exemplo a instalação de novos sistemas ou problemas técnicos inopinados que requerem a substituição de componentes e que exijam nova certificação. Também não foram considerados possíveis custos associados ao aumento dos custos associados ao desfasamento dos destacamentos VCAN. Finalmente, não foi considerado o abate de sistemas ou a diminuição do custo da HV contratada.

As limitações identificadas e os resultados da investigação, permitem identificar áreas de investigação complementares e relacionadas com o objeto de estudo, que poderão ser alvo de investigações no futuro, nomeadamente:

- Análise da viabilidade da edificação de capacidade própria de VCAN com recurso a UAS operados pela FA;
- Análise da viabilidade de parceria com a Navegação Aérea de Portugal —, Entidade Pública Empresarial, para a aquisição e sustentação de uma solução de verificação das AN portuguesas com recursos a UAS.



Referências Bibliográficas

- Autoridade Aeronáutica Nacional [AAN]. (2013) *Circular N.º1/13: Emissão de licenças especiais de aeronavegabilidade para sistemas de ANT*. Lisboa, Alfragide: MDN
- AAN. (2014). *Regulamento n.º 539/2014, de 05 de dezembro: Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no Âmbito da Defesa Nacional*. Diário da República, 2.ª série, 236, 30608 - 30614. Lisboa. Autoridade Aeronáutica Nacional.
- AAN. (2018). *Diretiva n.º 1/AAN/2018: Atividade Aérea de Aeronaves Não Tripuladas (ANT) em Espaço Aéreo sob Jurisdição Militar*. Lisboa, Alfragide: Ministério da Defesa Nacional [MDN].
- Autoridade Nacional da Aviação Civil [ANAC]. (2016). *Regulamento n.º 1093/2016, de 14 de dezembro (2016): Condições de operação aplicáveis à utilização do espaço aéreo pelos sistemas de aeronaves civis pilotadas remotamente ("Drones")*. Diário da República, 2.ª série, 238, 36613 – 36622. Lisboa. Autoridade Nacional da Aviação Civil.
- Bredemeyer, J., Schrader, T. (2018). *Employing UAS to Perform Low Altitude Navaid Measurements*. Proceedings of the 2018 International Flight Inspection Symposium [IFIS]. (pp.279 – 295). Monterey, California.
- Chapman, A. (2017, 28 de agosto). *Drones: Total Cost of Ownership (TCO)*. Retirado de <https://www.auav.com.au/articles/drones-total-cost-ownership-tco/>
- Commission Implementing Regulation [CIR] EU. (2019). *On the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft*. Retirado de http://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=Search.getPDF&ds_id=58829&version=4&AttLang=en&db_number=1&docType=DRAFT_MEASURE
- CT 15522 (2016). *Periodicidade das VCAN da FAP*. Lisboa, Alfragide: Comando da Logística, Direção de Comunicações e Sistemas de Informação.
- Demule, H. & Theißen, K. (2018). *Using UAV multicopters as an extension of ILS ground measurements: This innovative idea has already become reality in Switzerland!*. Proceedings of the 2018 IFIS (pp.257 – 273). Monterey, California.
- European Aviation Safety Agency [EASA]. (2017). *Notice of Proposed Amendment 2017-05 (B): Introduction of a regulatory framework for the operation of drones*. Retirado de <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/NPA%202017-05%20%28B%29.pdf>



- EASA. (2019, 01 de março). *One step closer to harmonised rules for safe drones operation in Europe*. Retirado de <https://www.easa.europa.eu/>
- European Organisation for the Safety of Air Navigation [EUROCONTROL]. (s.d.) EUROCONTROL ATM Lexicon [Página online]. Retirado de https://ext.eurocontrol.int/lexicon/index.php/Tactical_Air_Navigation_Aid_Beacon
- Haberfeld, L., & Holanda, R. O. (2018). *Implementation of RPAS in Flight Inspection Activities at Brazilian Airspace Control System*. Proceedings of the 2018 IFIS (pp.243 – 256). Monterey, California.
- International Civil Aviation Organization [ICAO]. (2007). *Manual on Testing of Radio Navigation Aids, Document 8071, Volume I*, Fifth Edition. Montreal, Canadá.
- ICAO. (2011). *Cir 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS)*. Montreal, Canadá.
- ICAO (2017). *Remotely Piloted Aircraft System Concept of Operations for International IFR Operations*. Retirado de <https://www.icao.int/safety/UA/Documents/ICAO%20RPAS%20Concept%20of%20Operations.pdf>
- ICAO. (2018). *Annex 10 - Aeronautical Telecommunications - Volume 1 - Radio Navigational Aids (7th edition)*. Montreal, Canadá.
- Leandro, P. (2012). *Certificação de operadores de “Unmanned Aircraft Systems” militares*. (Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA). Lisboa, Pedrouços, Portugal: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- MFA 500-12 (2013). *Visão estratégica para sistemas de ANT*. Lisboa, Alfragide: Estado Maior da Força Aérea, Divisão de Operações.
- Ministério da Defesa Nacional [MDN]. (2014). *Missões das Forças Armadas*. Lisboa: Autor
- Santos, H. (2008). *A Inspeção em Voo às Ajudas à Navegação Aérea em Portugal*. (Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA). Lisboa, Pedrouços, Portugal: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coord.) (2016). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Wilkens, C.S., Heinke, T. & Seide, R. (2018, abril). *Application of Unmanned Aircraft System as an Instrument in Flight Inspection*. Proceedings of the 2018 IFIS (pp.237 – 242). Monterey, California.



Zhu, Y., Shi X. & Kang K. (2018). *UAV-Based Flight Inspection System*. Proceedings of the 2018 IFIS (pp.274 – 278). Monterey, California.



Apêndice A — Mapa de conceitos e definições

Aeronavegabilidade

“A capacidade de uma aeronave ou outro equipamento a bordo ou de um sistema operarem em voo e no solo, sem risco significativo para a tripulação, a tripulação de solo, os passageiros (caso aplicável) ou a terceiros (Regulamento n.º 539/2014, 2014, p. 30609)”.

Aeronave Militar

“Aeronave tripulada ou não tripulada operada pelas Forças Armadas ou registada na AAN. Incluem-se nesta definição as aeronaves que se encontram na fase de conceção e fabrico” (Regulamento n.º 539/2014, 2014, p. 30609).

Aeronave Não Tripulada (ANT)

Aeronave que se pretende operar sem piloto a bordo e que faz parte de um Sistema de Aeronave Não Tripulada. Uma ANT tem a capacidade de efetuar voos através de forças aerodinâmicas, é pilotada remotamente e/ou tem a capacidade de operar autonomamente. (Circular N.º 1/13, 2013, p. 3).

Custo da Hora de Voo de Calibração (CHVC)

O custo de HV é um cálculo complexo com diversas variáveis. Para este trabalho, considera-se o Custo da HV de Calibração (CHVC) como o a relação do valor total pago pela FA para a contratação do serviço VCAN (CVCAN) e o n.º de HV realizadas para a prestação desse serviço (HVC), ao longo de um ano:

$$CHVC = \frac{CVCAN}{HVC}$$

Detect and avoid (DAA)

“The capability to see, sense or detect conflicting traffic or other hazards and take the appropriate action to comply with the applicable rules of flight” (ICAO, 2011).

Distance Measuring Equipment (DME)

“The DME system provides continuous distance information to an aircraft during approach, departure, or en-route procedures according to the location of the DME. The signals can be interpreted either by the pilot from the display or input directly into the flight management system” (ICAO, 2007, p.3-1).

Instrument Landing System (ILS)

“The ILS provides precision guidance to an aircraft during the final stages of the approach. The signals can either be interpreted by the pilot from the instruments or be input directly into the autopilot and flight management system. ILS performance is divided into



three categories depending on the reliability, integrity and quality of guidance, with Category III having the strictest requirements. An ILS comprises the localizer (...) the glide path (...) and DME provides the distance information” (ICAO, 2007, p.4-1).

Non-Directional Beacon (NDB)

“O NDB (also called a low- or medium-frequency homing beacon) transmits non-directional signals, primarily via ground wave propagation, whereby a pilot can determine the bearing to the ground beacon and “home-in” on it. These facilities operate on frequencies available in portions of the band between 190 and 1 750 kHz with keyed identification and optional voice modulation. The airborne receiver installation is usually called an Automatic Direction Finder” (ICAO, 2007, p.5-1).

Remote Piloted Aircraft System (RPAS)

“RPAS are a subset of Unmanned Aircraft System (UAS). The term UAS is encompassing of all aircraft flown without a pilot on board that operate as part of a larger system. This includes RPAS, autonomous aircraft and model aircraft.

Autonomous aircraft differ from RPAS in that they do not permit intervention of a human pilot to fulfil their intended flight; whereas model aircraft are distinguished by their recreational use. In some instances, the three subcategories of UAS overlap.

An RPAS consists of a remotely piloted aircraft (RPA), remote pilot station (RPS), command and control (C2) link, and any other components as specified in the type design. These components must be approved as a system taking into account the interdependencies of the components. The RPAS must also be interoperable with the ATC and airspace user systems” (ICAO, 2017, p.7).

Tactical Air Navigation Aid Beacon (TACAN)

“A military Ultra High Frequency (UHF) radio navigation service able to provide continuous bearing and DME distance to a selected station” (EUROCONTROL, s.d.).

Unmanned aerial vehicle (UAV)

“A pilotless aircraft, in the sense of Article 8 of the Convention on International Civil Aviation, which is flown without a pilot-in-command on-board and is either remotely and fully controlled from another place (ground, another aircraft, space) or programmed and fully autonomous”. (EUROCONTROL, s.d.).

Unmanned aircraft system (UAS)

“An aircraft and its associated elements which are operated with no pilot on board” (ICAO, 2011).



Verificação e Calibração de Ajudas à Navegação Aérea (VCAN)

A missão de VCAN é uma das missões atribuídas à FA, no contexto da salvaguarda da infraestrutura aeronáutica nacional (MDN, 2014). A ICAO (2018, p.1-2) define que os sistemas de AN fazem parte da infraestrutura aeronáutica nacional e que o seu conjunto fornece o serviço de navegação rádio ao tráfego aéreo.

A FA (CT 15522, 2016) divide as AN em AN de Precisão, como o ILS, e de Não Precisão, como o TACAN, VOR, DME e o NDB. Tendo em contas as recomendações da ICAO e dos fabricantes dos equipamentos, estabelece a periodicidade das missões e calibração às NA do seguinte modo:

- semestral (180 dias) para AN de Precisão;
- anual (365 dias) para AN de não Precisão;

Very High Frequency (VHF) Omnidirectional Range (VOR)

“The VOR is a short-range radio navigation aid that produces an infinite number of bearings that may be visualized as lines radiating from the beacon. The number of bearings can be limited to 360, one degree apart, known as radials. A radial is identified by its magnetic bearing” (ICAO, 2007, p.2-1).



Apêndice B — Mapa conceitual

TEMA				
Viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA				
Objetivo Geral				
Analisar a viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA				
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida: Qual a viabilidade do emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA?			
	Perguntas derivadas	Dimensões	Indicadores	Modo de Obtenção
OE1: Analisar as alternativas financeiras da utilização de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA.	PD1: Quais os ganhos financeiros que a FA poderá obter com o emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA?	Financeira	Custo	Entrevistas semiestruturada Dados FA Dados <i>Skyguide</i> , CH (ANSP Suíça)
OE2: Analisar o quadro regulamentar aplicável ao emprego de ANT nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA.	PD2: Qual é e como é aplicável o quadro regulamentar aplicável à operação de AN nos processos de calibração dos sistemas de RA da FA?	Regulamentar	Regulamentação: ICAO EASA AAN ANAC	Entrevistas semiestruturada Análise documental



VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS NOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS DA FORÇA AÉREA

Apêndice C — Guião de Entrevista vs. Entrevistados

Entrevistados	Posto/Especialidade Nome	Função	Data	Data
A	BGEN/ENGEL José Morgado	Diretor da DCSI	12/jun/19	Presencial
B	CAP/ENGEL Pedro Rodrigues	Adjunto para as Rádios Ajudas da Sec. CNVA, DCSI	17/mai/19	Presencial
C	David Kocher	<i>Senior Manager Sales and Business Development Skyguide, CH</i>	19/jun/19	Videochamada
D	TCOR/ENGAER Teresa Cabral	AAN, Adjunto para a Aeronavegabilidade	17/jun/19	Presencial
E	TCOR/TOCAR Vitor Marques	AAN, Adjunto para a Gestão do Tráfego Aéreo e Aeródromos	17/jun/19	Presencial

Indicador	Perguntas		Entrevistados				
			A	B	C	D	E
Custo	1	Qual o valor dispendido pela FA na contratação dos serviços de VCAN, nos últimos anos?	x				
	2	Quantas H/V são contratadas anualmente pela FA para a contratação dos serviços VCAN?	x				
	3	Como são distribuídas essas H/V por AN?	x				
	4	O custo da contratação dos serviços VCAN é partilhado com outras entidades?	x				
	5	Na sua opinião, considera que os meios aéreos contratados para a execução da tarefa de VCAN cumprem com a sua função de forma eficaz e eficiente?	x	x			
	6	Na sua opinião, quais seriam as vantagens de utilizar UAV nos processos de e VCAN (na FA)?	x	x	x		
	7	Que impacto teria a utilização de UAV em todo o processo (desde início de procedimento...até pagamento) de VCAN levado a cabo anualmente pela DCSI	x	x			
	8	Na sua opinião, consideraria viável a criação da capacidade VCAN na FA com recurso a UAV? Se sim, como?	x				
	9	Que tipos de UAV poderiam ser utilizados na VCAN	x	x	x		
	10	Na sua opinião que ajudas à navegação poderiam ser verificadas e calibradas por UAV	x	x	x		
	11	Qual o custo da aquisição de equipamentos / solução UAV para a VCAN?			x		
	12	Qual o custo de contratação de uma solução UAV para a VCAN?			x		
Regulamentação	13	À luz da legislação em vigor, que medidas são necessárias para permitir a utilização de UAV na VCAN na FA				x	
	14	Que impacto teria o emprego de UAV (na verificação e calibração de Ajudas à Navegação da FA) na atividade operacional da FA				x	x
	15	Em caso de necessidade, como seria mitigado esse impacto				x	x
	16	Quais os procedimentos implementado na FA para a autorização de voos de UAV em espaço aéreo militar				x	x
	17	Como é certificado o procedimento de Calibração?			x		
	18	O UAV é certificado pela Autoridade Aeronautica Suíça			x		
	19	Na sua opinião, quais os maiores desafios de substituir aeronaves tripuladas (utilizadas atualmente pelas empresas contratadas para fornecer o serviço de VCAN) por aeronaves não tripuladas?			x		

Apêndice D — Respostas às entrevistas da fase analítica

Indicadores	Perguntas		Entrevistados				
			BGEN/ENGEL José Morgado	CAP/ENGEL Pedro Rodrigues	David Kocher	TCOR/ENGAER Teresa Cabral	TCOR/TOCART Vitor Marques
Custo	1	Qual o valor dispendido pela FA na contratação dos serviços de VCAN, nos últimos anos?	Nos últimos 2 anos, cerca de 150000€/ano (IVA incluído)	O histórico existente vai até 2012. Tem-se verificado uma diminuição nos custos de VCAN ao longo dos últimos 10 anos. A partir de 2004 a FA contratava cerca de 100h de voo para a calibração da RA. Em 2012 (data em que há registo) o n. de horas contratadas estabilizou nas 70h (inoperatividade de sistemas, abate dos GCA e de alguns NDB) e os custos anuais ultrapassavam os 300 000€. No últimos 3 anos, para as mesmas 70h rondam os 150 000€/ano. Deve-se ao aumento da oferta destes serviços, a utilização de aeronaves mais económicas e mais em conta e à partilha de custos com outras entidades nacionais.			
	2	Quantas H/V são contratadas anualmente pela FA para a contratação dos serviços VCAN?	Nos últimos 2 anos, cerca de 70H de voo por ano				
	3	Como são distribuídas essas H/V por AN?	N/R	O ILS (GP + LOC) e DME (em simultâneo) cerca de 3,5 cada. TACAN e NDB cerca de 2. NDB e (só) DME ligeiramente menos, cerca de 1,5h. A FA opera 6 ILS+DME, 6 TACAN, 1 VOR e 2 NDB. Esta atividade ocorre, normalmente em 2 períodos do ano: O 1º em abril/maio e o 2º em outubro/novembro			
	4	O custo da contratação dos serviços VCAN é partilhado com outras entidades?	Quando o vencedor do CP é o meso que o da NAV, Pt, há custos partilhados.	Quando a empresa que realiza a VCAN na FA é a mesma que a da NAV, o custo de h de voo é menor, uma vez que o o fornecedor planeia a sua atividade de modo realizar as VCAN em PRT ao mesmo tempo. A mesma coisa com as deslocações para as ilhas. Poderá implicar um aumento de cerca de 15000 a 20000€			
	5	Na sua opinião, considera que os meios aéreos contratados para a execução da tarefa de VCAN cumprem com a sua função de forma eficaz e eficiente?	Sim	Independentemente do tipo de avião, empresa ou tripulações a FA está satisfeita com os serviços contratados			
	6	Na sua opinião, quais seriam as vantagens de utilizar UAV nos processos de e VCAN (na FA)?	Sistemas muito mais baratos, mais económicos, com menor custo de operação, menos poluentes, menor ruído, maior flexibilidade e versatilidade de operação	Menor custo de hora de voo e maior flexibilidade	Mais baratos, mais económicos, com menor custo de operação, menos poluentes, menor ruído, maior flexibilidade e versatilidade de operação. Permite reduzir custos iniciais de instalação. Permite realização de medições Ad-Hoc e de manutenção corretiva.		
	7	Que impacto teria a utilização de UAV em todo o processo (desde início de procedimento...até pagamento) de VCAN levado a cabo anualmente pela DCSI	Em termos de processo administrativo, o impacto é nulo.	Não tem impacto em termos de processo administrativo. Poderá reduzir o impacto em termos de coordenação com as UB ou reduzir a necessidade de planeamento da operação.			
	8	Na sua opinião, consideraria viável a criação da capacidade VCAN na FA com recurso a UAV? Se sim, como?	Claro. A FA já possui alguns UAV que já provaram capacidade ser capazes de realizar missões ISR, Vigilância marítima e de fogos. A utilização destes sistemas também para outras tarefas (como as VCAN) é o próximo passo. Está para breve a formação de uma esquadilha de UAV. a FA opera sistema Ogassa OGS42 (MTOW <40Kg) É inclusive algo que se poderia realizar na FA. Temos os meios e o Know How. É natural que isso seja um dos próximos passo. A FA já tem capacidade para formação de pilotos de UAV (DINST)	Sim. É uma mais valia			
	9	Que tipos de UAV poderiam ser utilizados na VCAN	Com + 20Kg	Grandes o suficiente para levar os sensores de leitura	Na prática, qualquer equipamento capaz de transportar o equipamentos de medição (R&S EVSF1000), mantendo o desempenho necessário para realizar o voo necessário para a VCAN. No entanto, estão contentes com o desempenho do equipamento da Altigator e não pensam mudar de plataforma num futuro próximo. A R&S está a desenvolver um equipamento de medição mais leve e de menor dimensão com a aumentar a performance deste tipo de UAV.		
	10	Na sua opinião que ajudas à navegação poderiam ser verificadas e calibradas por UAV	Todas.	DME, ILS, VOR, NDB, TACAN, VORTAC (e Radar)	ILS está comprovado. VOR em breve (talvez). DME, TACAN ou NDB necessitam de outro sensor e não foi testado. Há esforços no sentido de desenvolver a capacidade de verificação e calibração radar		



VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS NOS PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS DA FORÇA AÉREA

Indicadores	Perguntas		Entrevistados				
			BGEN/ENGEL José Morgado	CAP/ENGEL Pedro Rodrigues	David Kocher	TCOR/ENGAER Teresa Cabral	TCOR/TOCART Vitor Marques
Custo	11	Qual o custo da aquisição de equipamentos / solução UAV para a VCAN?			A materialização de uma oferta de uma solução ainda é embrionária. O sistema funciona e está em uso nos aeroportos internacionais de Genebra e Zurich. As Skyguide oferece 3 soluções para a aquisição do sistema. Todas as opções incluem o UAV, SW Preflight Checker (formação e treino) e suporte. Tem um custo (estimado) de 135.000 €.		
	12	Qual o custo de contratação de uma solução UAV para a VCAN?			À data não está previsto a prestação deste tipo de serviço (por falta de pessoal/tempo).		
Regulamentação	13	À luz da legislação em vigor, que medidas são necessárias para permitir a utilização de UAV na VCAN na FA				A ICAO identifica como uma das características para aeronaves de inspeções em voo a capacidade para transportar uma tripulação. Recai sobre a AAN a responsabilidade de certificar a aeronavegabilidade de UAS e que se traduz na necessidade de garantir os requisitos de segurança para salvaguarda de tripulações, pessoal de terra, passageiros e terceiros. A um UAS só será permitido voar depois de se demonstrar que estão garantidas as condições de segurança.	A aviação militar tem especificidades pontuais que devem ser tidas em conta no cumprimento dos requisitos essenciais (Reg. n.º 539/2014). Existe o comprometimento em ter sempre em consideração a segurança aérea civil ao instituir novos regulamentos militares. Circular N.º1/13 (2013); Regulamento n.º 539/2014; Diretiva n.º 1/AAN/2018
	14	Que impacto teria o emprego de UAV (na verificação e calibração de Ajudas à Navegação da FA) na atividade operacional da FA				O processo de emissão de Licenças Especiais de Aeronavegabilidade (LEA) segue um processo distinto, consoante a sua origem do UAS: Civil (Air Worthiness 400.01 Civil UAS Flights Assessment Process) ou militar (Circular n.º1/13 Permits to fly para UAS). o processo de emissão de LEA para RPA com MTOW<25kg está isento de certificação. Contudo é requerido um Safety Assessment. Para sistemas de maiores dimensões (MTOW > 25kg), o processo de certificação é semelhante ao das aeronaves tripuladas.	O mesmo impacto que qualquer outro UAV em espaço aéreo sob jurisdição militar. É tarefa da DCSI de garantir a fiabilidade, adequabilidade e qualidade dos sistemas de rádio ajudas à navegação aérea. É o órgão técnico competente. Para nós (AAN e CGTA) basta a garantia de conformidade da área técnica.
	15	Em caso de necessidade, como seria mitigado esse impacto				25kg<MTOW<150kg aplica-se a STANAG 4703 e MTOW>150kg aplica-se a STANAG 4671 e 4702. O procedimento de obtenção de uma LEA é um processo minucioso e complexo. Implica o registo do UAS, a aprovação do processo, a submissão de um conjunto de informação detalhada conforme a regulamentação em vigor e a aprovação de um programa de voos.	UAV requerem a segregação do espaço aéreo onde ocorre a atividade, como forma de garantir a sua segurança e a dos restantes utilizadores do espaço aéreo. Regra geral, os voos só são permitidos durante o período diurno, até uma altura máxima de 120m (400 pés), em linha de vista do operador, com luzes de navegação ligadas e não colocando em risco pessoas, bens e outras aeronaves.
	16	Quais os procedimentos implementado na FA para a autorização de voos de UAV em espaço aéreo militar				É limitada no tempo por um período restrito e no máximo um ano (em condições específicas). operação, avaliado para cada caso, para cada missão e num determinado período de tempo. Toda a informação e formulários são disponibilizados no sítio da AAN. Esta Safety Checklist tem como referência documentos empregues pela FAA e CAA para a avaliação do de risco/segurança de operação.	Outras condições, ficam sujeitos às regras específicas de operação. não se afigura possível permitir qualquer tipo de operação de drones, em espaço aéreo sob jurisdição militar, sem conhecimento do órgão dos Serviços de Tráfego Aéreo correspondente
	17	Como é certificado o procedimento de Calibração de ILS			O procedimento não é certificado. As medições são consideradas como uma extensão das medições no solo (ICAO Manual on Testing of Radio Navigation Aids). As medições do solo não requerem certificação. Uma certificação completa do sistema de medição exigiria um processo longo e caro com necessidade de equipamentos mais pesados e uma plataforma com maior MWTO. Este procedimento permite alargar o período de certificação do ILS em 3 períodos de 1 mês (até um máximo de 9 meses).		
	18	O UAV é certificado pela Autoridade Aeronáutica Suíça			The drone as such does as well not need a certification by the regulator. However, when performing the measurement we have to make sure that we comply with the rational rules and regulations for the use of drones. In addition we have to ensure that the measuring results are correct and we have to store the evidences – either in an electronical or hardcopy (print out) form.	Está previsto o reconhecimento de homologações concedidas por outras autoridades aeronáuticas a sistemas UAS e a emissão de certificados com base nesses documentos	
	19	Na sua opinião, quais os maiores desafios de substituir aeronaves tripuladas (utilizadas atualmente pelas empresas contratadas para fornecer o serviço de VCAN) por aeronaves não tripuladas?			A legislação em vigor e a complexidade da integração de UAV no tráfego aéreo geral são os maiores desafios	Regulamentação e procedimentos	Regulamentação e procedimentos



Apêndice E — Lista de ajudas à navegação militares e localização geográfica

Aeródromo de Manobra N.º 1 – Ovar		
Sistema	Latitude	Longitude
GP	40° 54' 27,39'' N	8° 38' 36,93'' W
LOC	40° 55' 45,23'' N	8° 38' 49,66'' W
DME	40° 54' 27,39'' N	8° 38' 36,93'' W
TACAN	40° 53' 13,20'' N	8° 38' 36,00'' W
Aeródromo de Manobra N.º 3 – Porto Santo		
Sistema	Latitude	Longitude
TACAN	33° 04' 31,4'' N	16° 21' 56,3'' W
Base Aérea N.º 1 – Sintra		
Sistema	Latitude	Longitude
TACAN	38° 49' 45,20'' N	9° 20' 24,40'' W
VOR	38° 49' 45,20'' N	9° 20' 24,40'' W
NDB	38° 52' 51,28'' N	9° 24' 07,52'' W
Base Aérea N.º 5 – Monte Real		
Sistema	Latitude	Longitude
GP 01	39° 49' 20,40'' N	8° 53' 10,70'' W
GP 19	39° 50' 24,38'' N	8° 53' 07,83'' W
LOC 01	39° 50' 44,73'' N	8° 53' 12,07'' W
LOC 19	39° 49' 01,47'' N	8° 53' 16,16'' W
DME 01	39° 49' 20,40'' N	8° 53' 10,70'' W
DME 19	39° 50' 24,38'' N	8° 53' 07,83'' W
TACAN	39° 49' 57,41'' N	8° 53' 24,50'' W
Base Aérea N.º 6 – Montijo		
Sistema	Latitude	Longitude
GP	38° 42' 42,17'' N	9° 00' 52,93'' W
LOC	38° 42' 15,09'' N	9° 02' 25,60'' W
DME	38° 42' 25,12'' N	9° 01' 25,87'' W
TACAN	38° 42' 31,50'' N	9° 01' 59,60'' W



VIABILIDADE DO EMPREGO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS NOS
PROCESSOS DE CALIBRAÇÃO DOS SISTEMAS DE RÁDIO AJUDAS DA FORÇA
AÉREA

Base Aérea N.º 11 – Beja		
Sistema	Latitude	Longitude
GP	38° 05' 29,78'' N	7° 55' 57,64'' W
LOC	38° 03' 34,24'' N	7° 56' 05,79'' W
DME	38° 05' 29,78'' N	7° 55' 57,64'' W
TACAN	38° 07' 42,32'' N	7° 55' 36,07'' W
NDB	38° 09' 33,28'' N	7° 55' 18,14'' W

Fonte: P. Rodrigues (*op. cit.*)



Apêndice F — **Quadro síntese VCAN**

Sistemas	Duração Inspeção (h)	# Sistemas	Total Inspeção sistema (h)	Frequência Inspeção	Total HV Anuais (h)
ILS (GP, LOC) e DME	3,5	6	21	Semestral	42
TACAN	2	6	12	Anual	12
VOR	2	1	2	Anual	2
NDB	1,5	2	3	Anual	3
Deslocações					10 a 11
TOTAL (h)					70 ³
DME ⁴	1,5	6	9	Anual	9

³ Total HV com calibração de DME incluído na calibração do sistema ILS + DME

⁴ Calibração do DME em separado.